

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-068786
 (43)Date of publication of application : 16.03.2001

(51)Int.CI. H01S 5/223
 H01L 21/3065
 H01L 33/00
 H01S 5/343

(21)Application number : 2000-079180 (71)Applicant : SHARP CORP
 (22)Date of filing : 21.03.2000 (72)Inventor : HATA TOSHIO

(30)Priority

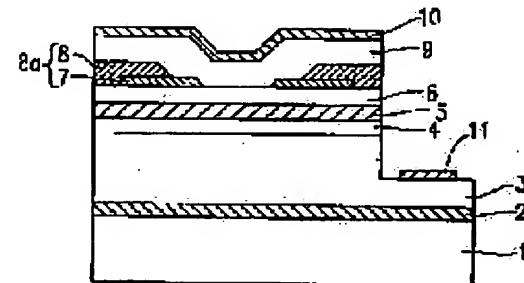
Priority number : 11178996 Priority date : 24.06.1999 Priority country : JP

(54) NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING DEVICE AND ITS
MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To decrease a threshold current and forward voltage and improved reliability in the nitride compound semiconductor light-emitting device where a current blocking layer is provided so as to stabilize the lateral mode.

SOLUTION: This nitride compound semiconductor light-emitting device is equipped with an active layer 5 which is pinched between an upper and a lower clad layer, 4 and 6, and a current blocking layer 8a having an opening that serves as a current path is formed on the active layer 5. The current blocking layer 8a is equipped with a conductor layer and an insulating layer 7 at least on the opening under a nitride compound semiconductor layer 8, and the insulating layer 7 functions as an etching stop layer of the nitride compound semiconductor layer 8 when the opening is formed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of
rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

【特許請求の範囲】

(1) 前記導体半導体発光素子。

【請求項1】 基板上に、少なくとも一つのクラッド層と、両クラッド層で挟まれた活性層と、該基板から遠い方のクラッド層上に電流通路となる開口部を有して取付けられた電流阻止層とを備えた窒化物系化合物半導体発光素子において、該電流阻止層が絶縁体層と窒化物系化合物半導体層からなり、該絶縁体層と有する窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項1】 基板上に下部クラッド層と、活性層および上部クラッド層を構層形成し、該上部クラッド層上に電流阻止層となる絶縁体層および窒化物系化合物半導体層を形成する工程と、

該絶縁体層と有する窒化物系化合物半導体層にドライエンジンリングにより開口部により開口部を形成し、該絶縁体層を露出させる工程と、

該絶縁体層にウェットエッチングにより開口部を形成し、該上部クラッド層を露出させる工程とを含む窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法。

【請求項1】 基板上に下部クラッド層と、活性層および上部クラッド層を構層形成し、該上部クラッド層上に電流阻止層となる導体層と、該導体層および窒化物系化合物半導体層からなり、該導体層と有する窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項2】 前記窒化物系化合物半導体層が $In_xGa_{1-x}N$ ($0 \leq x \leq 1$) からなる請求項1に記載の窒化物系化合物半導体発光素子。【請求項3】 前記クラッド層が $In_xGa_{1-x}N$ ($0 \leq x \leq 1$) からなり、前記活性層が $In_xGa_{1-x}N$ ($0 \leq x \leq 1$) からなる請求項2に記載の窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項4】 前記絶縁体層は、前記開口部を形成する際に前記窒化物系化合物半導体層に対してエッチングスルーパーフィルムとして機能する請求項1乃至請求項3のいずれかが記載の窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項5】 前記絶縁体層の開口部の幅よりも大きい請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項6】 前記基板が GaN からなる請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項7】 前記絶縁体層の開口部が、他の領域よりも結晶欠陥が少ない領域に形成され、該開口部の下方に位置する活性層領域が発光部となる請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項8】 前記絶縁体層の開口部が、その下の窒化物系化合物半導体層の断面密度が $1.0 \times 10^{11} / \text{cm}^2$ 以下の領域に形成されている請求項7に記載の窒化物系化合物半導体発光素子。【請求項9】 前記絶縁体層が SiO_2 、 Si_3N_4 、 Al_2O_3 および Si のうちの少なくとも1つからなる請求項1乃至請求項8のいずれかに記載の窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項10】 前記絶縁体層がクラッド層上に形成されている請求項1乃至請求項9のいずれかに記載の窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項11】 前記電流阻止層が、前記絶縁体層の下に導電体層をさらに有する請求項1乃至請求項10のいずれかに記載の窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項12】 前記導体層が W 、 Mo 、 Ta 、 M 、 C 、 B およびそれらの合金のうちの少なくとも1つからなる請求項1乃至請求項11のいずれかに記載の

(2)

窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項13】 前記導体半導体層が厚さ 1.1 nm 以上 1.0 nm 以下である請求項1乃至請求項1のいずれかに記載の窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項14】 基板上に下部クラッド層と、活性層および上部クラッド層を構層形成し、該上部クラッド層上に電流阻止層となる絶縁体層および窒化物系化合物半導体層を形成する工程と、

該絶縁体層と有する窒化物系化合物半導体層にドライエンジンリングにより開口部により開口部を形成し、該絶縁体層を露出させる工程と、

該絶縁体層にウェットエッチングにより開口部を形成し、該上部クラッド層を露出させる工程とを含む窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法。

【請求項15】 基板上に下部クラッド層と、活性層および上部クラッド層を構層形成し、該上部クラッド層上に電流阻止層となる導体層と、該導体層および窒化物系化合物半導体層からなり、該導体層と有する窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項16】 基板上に導体層が $In_xGa_{1-x}N$ ($0 \leq x \leq 1$) からなる請求項1に記載の窒化物系化合物半導体発光素子。【請求項17】 前記クラッド層が $In_xGa_{1-x}N$ ($0 \leq x \leq 1$) からなり、前記活性層が $In_xGa_{1-x}N$ ($0 \leq x \leq 1$) からなる請求項2に記載の窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項18】 前記絶縁体層は、前記開口部を形成する際に前記窒化物系化合物半導体層に対してエッチングスルーパーフィルムとして機能する請求項1乃至請求項3のいずれかが記載の窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項19】 前記絶縁体層が、前記開口部の幅よりも大きい請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項20】 前記基板が GaN からなる請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項21】 前記絶縁体層の開口部が、他の領域よりも結晶欠陥が少ない領域に形成され、該開口部の下方に位置する活性層領域が発光部となる請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項22】 前記絶縁体層の開口部が、その下の窒化物系化合物半導体層の断面密度が $1.0 \times 10^{11} / \text{cm}^2$ 以下の領域に形成されている請求項7に記載の窒化物系化合物半導体発光素子。【請求項23】 前記絶縁体層が SiO_2 、 Si_3N_4 、 Al_2O_3 および Si のうちの少なくとも1つからなる請求項1乃至請求項8のいずれかに記載の窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項24】 前記導体層がクラッド層上に形成され、該上部クラッド層と、活性層および上部クラッド層を構層形成する工程と、

該絶縁体層と有する窒化物系化合物半導体層にドライエンジンリングにより開口部により開口部を形成し、該絶縁体層を露出させる工程と、

該絶縁体層にウェットエッチングにより開口部を形成し、該上部クラッド層を露出させる工程とを含む窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法。

【請求項25】 前記導体層がクラッド層上に形成され、該上部クラッド層と、活性層および上部クラッド層を構層形成する工程と、

該絶縁体層と有する窒化物系化合物半導体層にドライエンジンリングにより開口部により開口部を形成し、該絶縁体層を露出させる工程と、

該絶縁体層にウェットエッチングにより開口部を形成し、該上部クラッド層を露出させる工程とを含む窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法。

【請求項26】 前記導体層がクラッド層上に形成され、該上部クラッド層と、活性層および上部クラッド層を構層形成する工程と、

該絶縁体層と有する窒化物系化合物半導体層にドライエンジンリングにより開口部により開口部を形成し、該絶縁体層を露出させる工程と、

該絶縁体層にウェットエッチングにより開口部を形成し、該上部クラッド層を露出させる工程とを含む窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法。

【請求項27】 前記導体層がクラッド層上に形成され、該上部クラッド層と、活性層および上部クラッド層を構層形成する工程と、

該絶縁体層と有する窒化物系化合物半導体層にドライエンジンリングにより開口部により開口部を形成し、該絶縁体層を露出させる工程と、

該絶縁体層にウェットエッチングにより開口部を形成し、該上部クラッド層を露出させる工程とを含む窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法。

【請求項28】 前記導体層がクラッド層上に形成され、該上部クラッド層と、活性層および上部クラッド層を構層形成する工程と、

該絶縁体層と有する窒化物系化合物半導体層にドライエンジンリングにより開口部により開口部を形成し、該絶縁体層を露出させる工程と、

該絶縁体層にウェットエッチングにより開口部を形成し、該上部クラッド層を露出させる工程とを含む窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法。

【請求項29】 前記導体層がクラッド層上に形成され、該上部クラッド層と、活性層および上部クラッド層を構層形成する工程と、

該絶縁体層と有する窒化物系化合物半導体層にドライエンジンリングにより開口部により開口部を形成し、該絶縁体層を露出させる工程と、

該絶縁体層にウェットエッチングにより開口部を形成し、該上部クラッド層を露出させる工程とを含む窒化物系化合物半導体発光素子の製造方法。

2

-1-

(11)特許出願公開番号

特開2001-68786

(P2001-68786A)

(63)公開日 平成3年3月16日 (2001.3.16)

(53)発明者 岸田(参考)

(P1)発明記号 H01S 5/223

(P2)発明記号 H01L 21/306S

(P3)発明記号 H01S 33/00

(P4)発明記号 H01S 5/343

(P5)発明記号 H01L 21/302

(P6)発明記号 J

(P7)出願日 平成12年3月21日 (2000.3.21)

(P8)出願番号 特願2000-79180 (P2000-79180)

(P9)出願人 (00005046)

(P10)明細書 (参考)

(P11)請求項 (参考)

(P12)請求項 (参考)

(P13)請求項 (参考)

(P14)請求項 (参考)

(P15)請求項 (参考)

(P16)請求項 (参考)

(P17)請求項 (参考)

(P18)請求項 (参考)

(P19)請求項 (参考)

(P20)請求項 (参考)

(P21)請求項 (参考)

(P22)請求項 (参考)

(P23)請求項 (参考)

(P24)請求項 (参考)

(P25)請求項 (参考)

(P26)請求項 (参考)

(P27)請求項 (参考)

(P28)請求項 (参考)

(P29)請求項 (参考)

(P30)請求項 (参考)

(P31)請求項 (参考)

(P32)請求項 (参考)

(P33)請求項 (参考)

(P34)請求項 (参考)

(P35)請求項 (参考)

(P36)請求項 (参考)

(P37)請求項 (参考)

(P38)請求項 (参考)

(P39)請求項 (参考)

(P40)請求項 (参考)

(P41)請求項 (参考)

(P42)請求項 (参考)

(P43)請求項 (参考)

(P44)請求項 (参考)

(P45)請求項 (参考)

(P46)請求項 (参考)

(P47)請求項 (参考)

(P48)請求項 (参考)

(P49)請求項 (参考)

(P50)請求項 (参考)

(P51)請求項 (参考)

(P52)請求項 (参考)

(P53)請求項 (参考)

(P54)請求項 (参考)

(P55)請求項 (参考)

(P56)請求項 (参考)

(P57)請求項 (参考)

(P58)請求項 (参考)

(P59)請求項 (参考)

(P60)請求項 (参考)

(P61)請求項 (参考)

(P62)請求項 (参考)

(P63)請求項 (参考)

(P64)請求項 (参考)

(P65)請求項 (参考)

(P66)請求項 (参考)

(P67)請求項 (参考)

(P68)請求項 (参考)

(P69)請求項 (参考)

(P70)請求項 (参考)

(P71)請求項 (参考)

(P72)請求項 (参考)

(P73)請求項 (参考)

(P74)請求項 (参考)

(P75)請求項 (参考)

(P76)請求項 (参考)

(P77)請求項 (参考)

(P78)請求項 (参考)

(P79)請求項 (参考)

(P80)請求項 (参考)

(P81)請求項 (参考)

(P82)請求項 (参考)

(P83)請求項 (参考)

(P84)請求項 (参考)

(P85)請求項 (参考)

(P86)請求項 (参考)

(P87)請求項 (参考)

(P88)請求項 (参考)

(P89)請求項 (参考)

(P90)請求項 (参考)

(P91)請求項 (参考)

(P92)請求項 (参考)

(P93)請求項 (参考)

(P94)請求項 (参考)

(P95)請求項 (参考)

(P96)請求項 (参考)

(P97)請求項 (参考)

(P98)請求項 (参考)

(P99)請求項 (参考)

(P100)請求項 (参考)

(P101)請求項 (参考)

(P102)請求項 (参考)

(P103)請求項 (参考)

(P104)請求項 (参考)

(P105)請求項 (参考)

(P106)請求項 (参考)

(P107)請求項 (参考)

(P108)請求項 (参考)

(P109)請求項 (参考)

(P110)請求項 (参考)

(P111)請求項 (参考)

(P112)請求項 (参考)

(P113)請求項 (参考)

(P114)請求項 (参考)

(P115)請求項 (参考)

(P116)請求項 (参考)

(P117)請求項 (参考)

(P118)請求項 (参考)

(P119)請求項 (参考)

(P120)請求項 (参考)

(P121)請求項 (参考)

(P122)請求項 (参考)

(P123)請求項 (参考)

(P124)請求項 (参考)

(P125)請求項 (参考)

(P126)請求項 (参考)

(P127)請求項 (参考)

(P128)請求項 (参考)

(P129)請求項 (参考)

(P130)請求項 (参考)

(P131)請求項 (参考)

(P132)請求項 (参考)

(P133)請求項 (参考)

(P134)請求項 (参考)

(P135)請求項 (参考)

(P136)請求項 (参考)

(P137)請求項 (参考)

(P138)請求項 (参考)

(P139)請求項 (参考)

(P140)請求項 (参考)

(P141)請求項 (参考)

(P142)請求項 (参考)

(P143)請求項 (参考)

(P144)請求項 (参考)

(P145)請求項 (参考)

(P146)請求項 (参考)

(P147)請求項 (参考)

(P148)請求項 (参考)

(P149)請求項 (参考)

(P150)請求項 (参考)

(P151)請求項 (参考)

(P152)請求項 (参考)

(P153)請求項 (参考)

(P154)請求項 (参考)

(P155)請求項 (参考)

(P156)請求項 (参考)

(P157)請求項 (参考)

(P158)請求項 (参考)

(P159)請求項 (参考)

(P160)請求項 (参考)

(P161)請求項 (参考)

(P162)請求項 (参考)

(P163)請求項 (参考)

(P164)請求

イエントシングにより閉口部を形成し、底盤体層を露出させる工程と、底盤体層にウェットエッチングにより閉口部を形成し、底上部クラッド層を露出させる工程とを含み、そのことにより上記目的が達成される。

【0027】本発明の蜜化物系化合物半導体光電子素の製造方法は、基板上に隣下クラッド層、活性層および上部クラッド層を構成形成し、隣上部クラッド層上に電流漏出阻止層となる導電体層、隣体半導層および蜜化物系化合物半導体層を構成形成する工程と、ドライエッチング工程により開口部を形成する工程とを形成する工程とを組み、

【0007】また、電源遮断層として $\text{Al}_1\text{Ga}_1\text{N}$ 等の電化ガリウム系化合物半導体を用いた場合、現在のところ、電源遮断層に隙口部を形成する際に最高なエッチング方法が知られておらず、選択性に優れたエッチングが実現しないという問題がある。このため、上記電源遮断層 8.0×8.0 にストライプ電源遮断部を形成するためのエッチング層 8.6 の表面を行う際に、電源遮断層 8.0 の下に位置するエッチング層 8.1 から、電源遮断層 8.0 を除去するためのエッチング層 8.1 の表面までエッチングされるそれがあり、エッチング条件を厳しく調整しない限り両現象の良い形状抑制が実現できなかつた。

[0010] 1) 前記絶縁層には、前記絶縁層を形成する前記導電性化合物半導体層に対してエッチンググリットに前記導電性化合物半導体層に対してエッチンググリットを形成させることができる。

[0011] 前記絶縁層が導電性化合物半導体層の開口部の端部より大きめの好ましい。

[0012] 前記絶縁層の開口部の端より大きめの好ましい。

[0013] 前記基板がGaNからなるのが好ましい。

[0014] 前記絶縁層の開口部が、他の領域よりも結晶欠陥が少ない領域に形成され、隣接開口部の下方に位置する活性層領域が発光部となるのが好ましい。

[0015] 1) 前記絶縁層は、前記絶縁層を形成する前記導電性化合物半導体層に対してエッチンググリットを形成させることができる。

[0016] 前記絶縁層が導電性化合物半導体層の開口部の端部より大きめの好ましい。

[0017] 前記絶縁層が導電性化合物半導体層の開口部の端より大きめの好ましい。

[0018] 前記基板がGaNからなるのが好ましい。

[0019] 前記絶縁層の開口部が、他の領域よりも結晶欠陥が少ない領域に形成され、隣接開口部の下方に位置する活性層領域が発光部となるのが好ましい。

[0020] 1) 前記絶縁層は、前記絶縁層を形成する前記導電性化合物半導体層に対してエッチンググリットを形成させることができる。

[0021] 前記絶縁層が導電性化合物半導体層の開口部の端部より大きめの好ましい。

[0022] 前記絶縁層が導電性化合物半導体層の開口部の端より大きめの好ましい。

[0023] 前記基板がGaNからなるのが好ましい。

[0024] 前記絶縁層の開口部が、他の領域よりも結晶欠陥が少ない領域に形成され、隣接開口部の下方に位置する活性層領域が発光部となるのが好ましい。

[0025] 1) 前記絶縁層は、前記絶縁層を形成する前記導電性化合物半導体層に対してエッチンググリットを形成させることができる。

[0026] 前記絶縁層が導電性化合物半導体層の開口部の端部より大きめの好ましい。

[0027] 前記絶縁層が導電性化合物半導体層の開口部の端より大きめの好ましい。

[0028] 前記基板がGaNからなるのが好ましい。

[0029] 前記絶縁層の開口部が、他の領域よりも結晶欠陥が少ない領域に形成され、隣接開口部の下方に位置する活性層領域が発光部となるのが好ましい。

[0030] 1) 前記絶縁層は、前記絶縁層を形成する前記導電性化合物半導体層に対してエッチンググリットを形成させることができる。

[0031] 前記絶縁層が導電性化合物半導体層の開口部の端部より大きめの好ましい。

[0032] 前記絶縁層が導電性化合物半導体層の開口部の端より大きめの好ましい。

[0033] 前記基板がGaNからなるのが好ましい。

[0034] 前記絶縁層の開口部が、他の領域よりも結晶欠陥が少ない領域に形成され、隣接開口部の下方に位置する活性層領域が発光部となるのが好ましい。

[0011] さもなくば、電波吸収層80を绝缘体層で形成した場合、電波吸収層80の開口部上に再成長した領域に、図9に示すような欠陥112が発生し、再成長層には該特性が悪い層しか得られない。そのため、しきい値は該特性が悪い層で決定され、開口部周辺は高くなり、信頼性の優れた半導体層が得られないという問題があつた。

[0012] 本実用はこのようならだら技術の課題を解決する工程と、積層形成する工程と、該特性を有する半導体層を形成する工程と、該特性を有する半導体層にド

C、Bおよびそれらの合金のうちの少なくとも1つからなるのが好ましい。

[0025] 前記導体層が厚さ1nm以上10nm以下であるのが好ましい。

[0026] 本実用の電波吸収層は半導光素子の製造方法は、基板上に下部クラッド層、活性層および上部クラッド層を構成形成し、該上部クラッド層上に電波吸収層となる絶縁体層を形成する工程と、

年の長い塗化物系化合物半導体光電子管しか得ることができない。さらに、開口部の位置を通つて、例えばMgがへビードープされたP型コンタクト層から再成長中に活性層にMgが拡散するため、活性層の結晶性が悪化し、第光部の发光効率が減少する。

している。そして、絶縁体層の両側から横方向に結晶成長が進む。そこで、絶縁体層が伸び、その横方向の成長が停止するために、絶縁体層の中心近傍で伝位（欠陥）が少ないと成長することができる。

極体形態が時に、純電体成元素が下地層へ混入するのを防止するための保護層としても機能する。

【0037】導体層としては、高融点金属であるW、C、Mo、Ta等、またはP等不純物となりえりるMg、C、Be等を用いるのが好ましく、それらの合金や2種類以上の上を組み合わせて用いてよい。また、導電体層の厚さは1nm以上10nm以下であるのが好ましい。これには、導電体層の厚さが1nm未満では绝缘層形成時に漏電が発生するためである。

は、導電体層の厚さが10nmを越えると活性層からの光がくごどくができます。10nmを越えると活性層からの光が漏れてしまうためである。

電離体層に吸収される影響が大きいからである。さらに好ましくは5 nm以上10 nm以下である。

【03038】本考用にあっては、上部クラッド層上に絶縁体層と電離系化合物半導体層と絶縁体層と構成形として「ライエンチング」により絶縁体層を露出させ、その後、ウェットエッチングにより上部クラッド層を露出させることにより、ドライエッチングによるダメージや剥離不純物がクラッド層表面やその上に再生成層であるコントラクト層に導入されない。例えば、絶縁体層とP型

総体層を露出させる工程と、該緑体層および該導電体層により開口部を形成し、該上部層にウェットエッチング層と、該耐熱緑体層により開口部を形成する工程と、該上部層にクラッド層を露出させる工程と、そのことにより上記目的が達成される。

【0028】以下、本発明の作用について説明する。

【0029】本発明においては、電流遮断層が蜜蝋化物系化合物半導体層の下の少なくとも開口部に耐熱緑体層を有しており、後述する実施形態1～実施形態4に示すように、蜜蝋化物系化合物半導体層に開口部を形成する際に絶縁体層をエッチングステップ層として機能させることが

そこで、骨形成のよいガラス表面が可能である。また、絶縁体表面に塗布した化合物半導体層が散乱されて、電流の流れを止めてしまう。80以上の成長層の次第11.12を生じない。

100301上記基板としては、例えばフアイヤ基板やGaN基板が用いられる。特に、後述する実施形態4に示すように、GaN基板を用いた場合には、サファイア基板を用いた場合には比べてその上に形成される塗布物の成膜性が少くなり、また、サファイア基板のように基板の反りが生じてS1.Oiにダメ

2度を経ると黒が逃げにくいか、GaN基板では黒を逃がすことができる。

1003.11 後述する実施形態4に示すように、上記絶縁体層を形成する前に、半導体層の表面から半導体層(結晶欠陥)を観察する方法等により、活性層を接続する部位(電通路部位)でさらには接線の上方に、上記絶縁体層の他の領域よりも少ない電通路とが他の領域と接合する。この領域を電通路と開口部を形成が好ましい。この領域を電通路として、その下方に位置する活性層領域を発光部とすることにより、非発光部結合部が減少し、発光効率の高い發光部を形成する。

系化物半導体発光素子が得られる。さらには、閉口部の転位を通して、例えばM₁₂がヘビードープされたP型コンタクト層から再成長中に活性層にM₁₂が拡散するのを抑えることができるの、活性層の結晶性が悪化せず、発光部の発光効率が減少しない。

【0032】これに対して、活性層を接する転位が他の傾角よりも多い傾角に上配線絶縁体層の閉口部を形成し、この傾角を電流通過として、その下方に位置する活性層開口部を発光部とする、非発光開口部が増加し、発光効率を

1に対するエッチングトップ層としての機能を有している。

【0090】この半導体レーザは、図示しない電流供給回路からD型電極10およびn型電極11に電圧が与えられ、キャリヤガスは実験形態1と同様のものを用いることができる。

【0091】この半導体レーザは、図示しない電流供給回路からD型電極10およびn型電極11に電圧が与えられ、キャリヤガスは実験形態1と同様のものを用いることができる。

【0092】この半導体レーザは、図示しない電流供給回路からD型電極10およびn型電極11に電圧が与えられ、キャリヤガスは実験形態1と同様のものを用いることができる。このとき、電流はD型GaN層81と半導体層7からなる電流遮断層8aによってブロックされるので、電流が挿引されながら電流遮断層8cの開口部を上から下へ流れれる。これにより、横モードの制御されたレーザ発振が生じ、波長が青色領域から紫外領域にあるレーザ光が得られる。

【0093】D型GaN層81の開口部の層は絶縁体層7が設けられ、GaN層8の開口部の層は絶縁体層7の開口部の層により大きく設定されている。絶縁体層7はGaN層8に対するエッチングトップ層としての機能を有している。

【0094】この半導体レーザの製造において、各層の成長法、V床原料、II族原料、D型不純物、n型不純物、キャリヤガスは実験形態1と同様のものを用いることができる。

【0095】D型GaN層81の開口部の層は絶縁体層7が設けられ、半導体堆積造の中をD型電極10からn型電極11へと電流が流れれる。このとき、電流はn型GaN層82と絶縁体層7からなる電流遮断層8aによってブロックされるので、電流が挿引されながら電流遮断層8cの開口部を下から上へ流れれる。これにより、横モードの制御されたレーザ発振が生じ、波長が青色領域から紫外領域にあるレーザ光が得られる。

【0096】さらに、本実験形態では、S1O2n型絶縁体層7がn型クラッド層6上に形成されており、S1O2n型絶縁体層7の形成時にn型クラッド層6にS1等が混入しても、S1は電気物系化合物半導体に対してn型不純物として働くため、特に問題は生じない。実際に素子を作製した場合、実験形態2で得られた頂方向電圧よりも若干高めであるが、問題ない程度であった。

【0097】このように、本実験形態においては、横モードが制御され、しきい値電流および頂方向電圧が低減し、信頼性に優れた電流ガリウム系化合物半導体レーザを実現することができた。

【0098】(実験形態4) 本実験形態では、導電性GaN基板を用いた例について説明する。

【0099】図7は実験形態4の電流ガリウム系化合物半導体レーザの構造を示す断面図である。

【0100】この半導体レーザは、n型GaN基板21上に、厚さ3μm程度のn型GaNコントラクト層3、厚

さ0.5μm程度のn型Al0.15Ga0.15Nクラッド層4、厚さ3nmのn型ノンドープ1n型GaN活性層5および厚さ0.3μm程度のp型(Mgドープ)Al0.05Ga0.15Nクラッド層6、厚さ0.1μmの絶縁体層(本実験形態ではS1O2)層7と厚さ0.3μmのn型GaN層8とからなる電流遮断層8aおよび厚さ0.3μmのp型(Mgドープ)GaNコントラクト層9を順次積層して構造を構成している。p型コントラクト層9の上には半導体層10からなる電流遮断層8bを形成し、例えば底面電流遮断層が1.0×10⁻²cm²以下の層に形成される電流ガリウム系化合物半導体層の底面を少なくして、クラッド層6表面から底面を繊密にして、軸位の少ない領域内に絶縁体層7を形成し、例えば底面電流遮断層が1.0×10⁻²cm²以下の層に形成することができる。その上にGaN層8を積層して電流遮断層8aを形成し、この電流遮断層8aに開口部を形成することにより、軸位の少なさで信頼性再構成の開口部を形成することができた。

【0101】花つて、本実験形態では、横モードが制御され、実験形態1～実験形態3の半導体レーザよりもさらにしきい値電流および頂方向電圧が低減し、信頼性に優れた電流ガリウム系化合物半導体レーザを実現することができた。

【0102】なお、GaN基板の面方位については、(0001)面、(11-100)面、(11-201)面、(11-101)面、(11-212)面(01-1-2面等が好ましく、これらの面方位から±2度程度ずつ離れていても本実験形態と同様の効果が得られることが確認している。

【0103】この半導体レーザの製造において、各層の成長法、V床原料、II族原料、D型不純物、n型不純物、キャリヤガスは実験形態1と同様のものを用いることができる。

【0104】D型GaN層81の開口部の層は絶縁体層7が設けられ、GaN層8の開口部の層は絶縁体層7の開口部の層により大きく設定されている。絶縁体層7はGaN層8に対するエッチングトップ層としての機能が有している。

【0105】この半導体レーザは、図示しない電流供給回路からp型電極10およびn型電極11に電圧が与えられ、半導体堆積造の中をD型電極10からn型電極11へと電流が流れれる。このとき、電流はn型GaN層82と絶縁体層7からなる電流遮断層8aによってブロックされるので、電流が挿引されながら電流遮断層8cの開口部を下から上へ流れれる。これにより、横モードの制御されたレーザ発振が生じ、波長が青色領域から紫外領域にあるレーザ光が得られる。

【0106】さらに、本実験形態では、D型クラッド層とp型クラッド層とn型コントラクト層7がn型クラッド層6上に形成されており、S1O2n型絶縁体層7の開口部の層は絶縁体層7の開口部の層により大きく設定されている。絶縁体層7はGaN層8に対するエッチングトップ層としての機能が有している。

【0107】花つて、本実験形態では、導電性GaN基板の構造を示す断面図である。

【0108】さらに、GaN基板を用いた場合には、その上に形成される電流ガリウム系化合物半導体層の底面を少なくして、クラッド層6表面から底面を繊密にして、軸位の少ない領域内に絶縁体層7を形成し、例えば底面電流遮断層が1.0×10⁻²cm²以下の層に形成することができる。その上にGaN層8を積層して電流遮断層8aを形成し、この電流遮断層8aに開口部を形成することにより、軸位の少なさで信頼性再構成の開口部を形成することができた。

【0109】花つて、本実験形態では、横モードが制御され、実験形態1～実験形態3の半導体レーザよりもさらにしきい値電流および頂方向電圧が低減し、信頼性に優れた電流ガリウム系化合物半導体レーザを実現することができた。

【0110】花つて、本実験形態では、その上に形成される電流ガリウム系化合物半導体層の底面を少なくして、GaN層8の下に絶縁体(S1O2)層7が設けられ、GaN層8の開口部の層は絶縁体層7の開口部の層により大きく設定されている。絶縁体層7はGaN層8に対するエッチングトップ層としての機能が有している。

【0111】花つて、本実験形態では、その上に形成される電流ガリウム系化合物半導体層の底面を少なくして、GaN層8の開口部の層は絶縁体層7の開口部の層により大きく設定されている。特に、S1O2、S13N4、Al1O0またはTiO2等、紫外線領域での光吸収が少ない材料を用いるのが好ましい。

【0112】花つて、本実験形態では、導電性GaN基板の構造を示す断面図である。

【0113】花つて、本実験形態では、導電性GaN基板の構造を示す断面図である。

【0114】花つて、導電性GaN基板の下層に導電体層を設けた構造を形成することができる。ドライエッチングによるダメージや残留不純物がクラッド層間に形成された場合のように絶縁体層が停止させて制御性良く開口部の再成長層であるコントラクト層に導入されず、良好な一面特性が得られる。

【0115】花つて、導電性GaN基板の下層の電流ガリウム系化合物半導体層(電流遮断部)の開口部の層は絶縁体層7が設けられ、ドライエッチングによって、絶縁体層を直接上部クラッド層間に形成された場合のように絶縁体層が停止せず、クラッド層間に導入され、再成長層で開口部の層が形成される。堆積されるのを防ぐことができる。

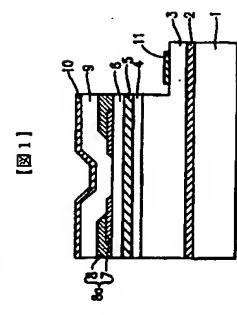
【0116】花つて、導電性GaN基板の開口部の層は絶縁体層7はGaN層8の開口部の層は絶縁体層7の層よりも大きく設定できるので、ドライエッチング法により開口部や開口部の底部が形成され、開口部の層は絶縁体層の開口部の層よりも大きくなることができる。これにより、開口部の層は絶縁体層の開口部の層よりも低減され、横モードを安定させることができる。

2.1 GaN基板

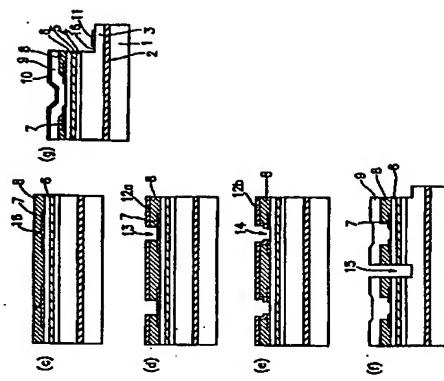
20

7.1 電流限制層 (導電層)
8.1 電流限制層 (AlGaN層)

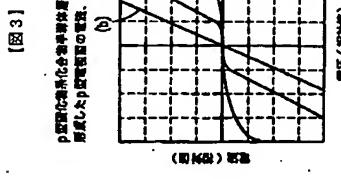
(11)



[図1]

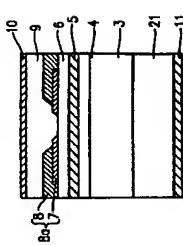


[図2]

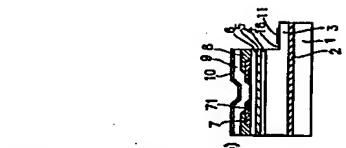
AlGaN層(7.1)とAlGaN層(7.1)の電場、電流密度
関係

(12)

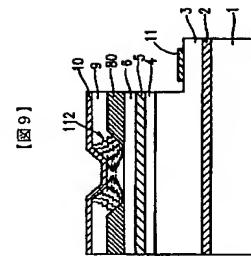
[図7]



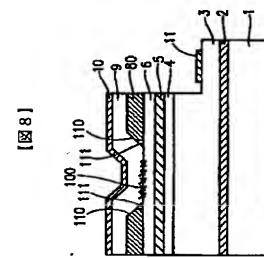
[図5]



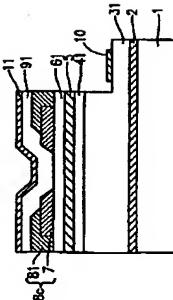
[図9]



[図8]



[図6]



[図4]

